

Características de produção e teor de bixina em genótipos de urucueiros (*Bixa orellana* L.) em função da propagação

*Characteristics of production and bixin content in annatto (*Bixa orellana* L.) genotypes according to propagation methods*

Everardes Públio Júnior¹; Tiyyoko Nair Hojo Rebouças²; Abel Rebouças São José²; Ivan Vilas Boas Souza³; Nilma Oliveira Dias⁴

¹Professor do Instituto Federal da Bahia, Campus Brumado, Bahia, Brasil. Orcid: 0000-0003-1626-0555. E-mail: everardespublio@ifba.edu.br

²Professora da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus Vitória da Conquista, Bahia, Brasil. Orcid: 0000-0002-9341-9577; 0000-0002-3179-243X. E-mail: tiyyoko@uesb.edu.br; abeljose3@gmail.com

³Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus Vitória da Conquista, Bahia, Brasil. Orcid: 0000-0001-8064-2449 E-mail: ivanvbsouza@gmail.com

⁴Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural de Vitória da Conquista, Vitória da Conquista, Bahia, Brasil. E-mail: nodias@gmail.com

RESUMO: O urucueiro (*Bixa orellana* L.) é uma planta perene, característica de região amazônica, pertencente à família Bixaceae. Seu interesse econômico é devido ao pigmento avermelhado específico da semente, a bixina. Seu mercado corresponde a, aproximadamente, 90% do total do consumo de corantes naturais no país. Diante de sua importância econômica e social, o objetivo deste estudo foi avaliar as características de produção e teor de bixina em genótipos de urucueiros, buscando o melhor método de propagação e o genótipo mais produtivo. O experimento foi conduzido em uma fazenda no município de Porto Seguro-BA; os tratamentos foram formados por dois genótipos, os quais foram multiplicados via assexuada e sexuada; o delineamento foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 2x2, com 5 repetições e 7 plantas úteis por parcela. As colheitas foram realizadas aos 350, 498 e 669 dias após plantio, quando foi feita análise qualitativa da deiscência das cápsulas e contado o número de monocásios por planta; os monocásios foram colhidos e posteriormente, determinados o número de cápsulas por monocásio; comprimento (cm) e largura (cm) das cápsulas; número de sementes por cápsulas; massa de cem grãos; teor de bixina; produtividade de grãos e produtividade total de bixina. Os dados obtidos foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os genótipos apresentam deiscência das cápsulas; com a maturidade fisiológica da planta, as características de produção não apresentam diferenças entre os genótipos e entre as formas de propagação; os genótipos apresentaram teor de bixina superior à média nacional.

Palavras-chave: Corante Natural, Urucum, Melhoramento Genético.

ABSTRACT: The annatto (*Bixa orellana* L.) is a perennial plant, characteristic of the Amazon region, belonging to the Bixaceae family. Its economic interest is due to the seed's specific reddish pigment, bixin. Its market corresponds to approximately 90% of the total consumption of natural dyes in the country. Given its economic and social importance, the objective of this study was to evaluate the production characteristics and bixin content in annatto genotypes, seeking a better propagation method and a more productive genotype. The experiment was conducted on a farm in Porto Seguro-BA; the treatments were formed by two genotypes, which were multiplied via asexual and sexual; the design was randomized blocks in a 2x2 factorial scheme, with 5 replications and 7 useful plants per plot. The harvests were carried out 350, 498 and 669 days after planting, when a qualitative analysis of the dehiscence of the capsules was made and the number of monocasia per plant was counted; monocasians were collected and subsequently determined the number of capsules per monocasium; length (cm) and width (cm) of the capsules; number of seeds per capsule; mass of one hundred grains; bixin content; grain yield and total bixin yield. The data obtained were compared by Tukey test at 5% probability. The genotypes show capsule dehiscence; with the physiological maturity of the plant, the production characteristics do not show differences between the genotypes and between the propagation forms; the genotypes had bixin content higher than the national average.

Keywords: Natural Dye, Annatto, Breeding.

INTRODUÇÃO

O urucueiro (*Bixa orellana* L.) é uma planta de cultura pré-colombiana, nativa da América Tropical. Pertence à família botânica Bixaceae. É cultivado em regiões tropicais, conhecido e utilizado desde os tempos remotos pelos indígenas, que utilizavam as sementes para pintar a pele como forma de ornamentação e como proteção contra os raios solares e insetos (FALESI, 1987).

Arbusto de ciclo perene, o urucum possui sementes revestidas por um carotenoide avermelhado denominado bixina, pigmento de grande interesse nos mercados nacional e internacional, principalmente na área alimentícia, devido às exigências do mercado consumidor de substituir os corantes artificiais pelos naturais (CORLETT; BARROS; VILLELA, 2007). De acordo com Fabri e Teramoto (2015), o seu baixo custo de produção e sua baixa toxicidade tornam esse pigmento muito atrativo para a substituição de muitos corantes sintéticos.

Sua importância vai além, exercendo papel fundamental no desenvolvimento socioeconômico da Região Nordeste do Brasil, pois 78,2% do seu cultivo provém da agricultura familiar, sob condições de sequeiro, com custos reduzidos de implantação, quando comparados com os de outras culturas (ANSELMO; CAVALCANTI-MATA; RODRIGUES, 2008).

O cultivo do urucum destina-se exclusivamente à comercialização do corante presente nas sementes. No momento da comercialização, a indústria tem exigido teor de bixina de, no mínimo, 4,0%. Porém, muitos produtores não conseguem atingir esse percentual; assim, limitam a expansão das exportações e comprometem a competitividade brasileira no mercado internacional (SANTANA, 2006).

Em função da grande variabilidade genética e por ser uma espécie perene, a propagação vegetativa constitui um método viável para a multiplicação de indivíduos geneticamente superiores, com alta produtividade e qualidade (CARVALHO; CARVALHO; OTONI, 2005); permite a seleção de cultivares de alto rendimento e rápido crescimento, que florescem cedo e abundantemente, entrando em produção com 2 anos de idade (KALA et al., 2015). Entretanto, os plantios de urucum são estabelecidos, na grande maioria, a partir de plantas propagadas por sementes (KALA et al., 2015).

Plantios clonais de alta produtividade representam uma alternativa viável aos de origem seminal, estabelecidos a partir da propagação vegetativa de genótipos superiores. Estes devem apresentar bons resultados em produtividade e conteúdo de pigmentos, o que torna a avaliação dessas características fundamentais (MANTOVANI et al., 2013).

A sustentabilidade do agronegócio do urucueiro está vinculada a pesquisas centradas na busca por alta produtividade de monocásio por planta, sementes por cápsulas e altos teores de bixina nas sementes (MANTOVANI et al., 2013).

O urucueiro apresenta amplas variações na cor, forma e tamanho dos frutos, na produtividade de sementes e no teor de bixina. Tais variações são atribuídas à predominância de polinização cruzada entre indivíduos, aos genótipos e às condições de cultivo (REBOUÇAS; SÃO JOSÉ, 1996). A propagação vegetativa poderá reduzir a variação nessas características, possibilitando o aumento de produtividade e conteúdo de pigmentos.

Com base na importância da espécie *Bixa orellana* L. e na exigência de qualidade dos grãos pela indústria, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar as características de produção e o teor de bixina em genótipos de urucueiros, buscando o melhor método de propagação e o genótipo mais produtivo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de março de 2017 a fevereiro de 2019, na Fazenda Sempre Viva, no município de Porto Seguro-BA, região de Mata Atlântica, com altitude de 141 m e coordenadas geográficas 16° 23' de latitude Sul e 39° 20' de longitude Oeste de Greenwich. A região é caracterizada como tropical úmida, sem estação de seca definida, área de clima Af pela classificação de Köppen. A umidade relativa média do ar é de 84,8%; a temperatura média anual, de 23,3°C, e o índice pluviométrico, em torno de 1.260 mm.

As plantas utilizadas no estudo foram previamente selecionadas por Dias (2016) em um plantio comercial da cultivar Embrapa 37, da qual foram selecionados 2 genótipos com atributos de produção superiores aos demais e produção de bixina superior a 220 g planta⁻¹ (122,2 kg ha⁻¹), denominados genótipos A e B, os quais foram multiplicados via assexuada (estaquia) e sexuada (sementes).

As estacas coletadas das matrizes foram plantadas no mesmo dia em tubetes de 280 cm³ (190 mm x 63 mm de diâmetro) com substrato comercial e levadas para casa de vegetação, por aproximadamente, 30 dias, após esse período, foram colocadas em viveiro a pleno sol até estarem prontas para o plantio. As sementes foram semeadas em sacos de polietileno de 1.570 cm³ com substrato formado por terra de subsolo e 5 kg da fórmula 4-14-8 (N-P-K) para cada m³ de solo e levadas para viveiro, com cobertura de tela de polietileno com malha que permite passar apenas 50% da luminosidade, até serem levadas para o plantio. Com aproximadamente 6 meses de idade, as mudas foram plantadas em covas de 0,40 x 0,40 x 0,40 m no espaçamento de 6 x 3 m; o solo possui classe textural franco-argilo-arenosa (**Tabela 1**). Os tratos culturais foram de acordo com a necessidade da cultura.

Tabela 1. Análise química do solo da área experimental, Porto Seguro, BA, 2017

Profundidade (cm)	pH	P mgdm ⁻³	K ⁺ Ca ²⁺ Mg ²⁺ Al ³⁺ H ⁺ Na ⁺ S.B. t T V m							%			
			cmol _c dm ⁻³ de solo										
01-20	5,5	1	0,2	2,1	1,2	0,1	5	-	3,5	4	8	42	3
20-40	5,8	1	0,2	2,7	1,2	0,1	3	-	4	4	7	57	2

Para P e K, foi utilizado Extrator Mehlich; para Ca, Mg e Al, foi utilizado (KCl 1N); e, para H + Al, foi utilizado (CaCl₂ 0,01M e SMP).

Durante o período de condução do experimento, foram feitas três colheitas aos 350, 498 e 669 DAP, em função das três primeiras safras da cultura e do período de maturação das cápsulas, no momento das colheitas, foi feita análise qualitativa da deiscência das cápsulas, e foi contado o número de monocásios por planta; estes foram colhidos e levados para laboratório da Biofábrica na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, para determinação da umidade nas sementes (%); contagem do número de cápsulas por monocásio; verificação do comprimento (cm) e largura (cm) das cápsulas para obtenção do formato daquelas (relação entre o comprimento e a largura; oval = largura igual ou superior a 70% do comprimento; lanceolada = largura inferior a 70% do comprimento), de acordo com a metodologia descrita por Mantovani et al. (2013); número de sementes por cápsulas; massa de cem grãos; teor de bixina pelo método do hidróxido de potássio (KOH) descrito por Yabiku e Takahashi (1991); produtividade de grãos (com 13% de umidade) e produtividade total de bixina expressa em kg ha⁻¹, conforme

metodologia descrita por São José et al. (1992).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 2x2 (Os tratamentos foram formados por 2 genótipos A e B e 2 formas de propagação, sexuada e assexuada), com 5 repetições; cada parcela foi formada por 7 plantas úteis.

Para a análise estatística, utilizou-se o Software AgroEstat (BARBOSA; MALDONADO JR, 2010) e Assistat (SILVA; AZEVEDO, 2009).

Os dados da 1ª colheita, por não apresentarem dados do tratamento “Semente B”, não foram analisados em esquema fatorial, sendo considerados 3 tratamentos distintos. Os dados obtidos foram submetidos aos testes de homogeneidade e normalidade; os valores das variáveis produtividade na 1ª colheita e monocásio p/planta, produtividade de grãos e produtividade de bixina na 3ª colheita foram transformados em \sqrt{x} , por não apresentarem normalidade dos dados. Realizou-se a análise de variância (Anova) pelo teste F, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

No momento das colheitas (350, 498 e 669 DAP), foram observados para todos os tratamentos que as cápsulas, completamente secas, apresentaram deiscência. O fruto da cultivar Embrapa 37, quando maduro, geralmente, abre-se e apresenta queda de sementes, quando seco (POLTRONIERI et al., 2001; FRANCO et al., 2008; DIAS et al., 2017). A deiscência das cápsulas pode favorecer a perda de sementes e degradação da bixina, devido à exposição à luz e à umidade (DIAS, 2016).

Na primeira colheita, aos 350 DAP, o tratamento Semente “B” não produziu frutos, o que demonstra que este tratamento possui produção tardia em relação aos demais tratamentos. Ainda na primeira colheita, conforme classificação proposta por Mantovani et al. (2013), o tratamento Estaca “A” apresentou cápsulas no formato oval (73%), relação entre o comprimento e a largura igual ou superior a 70%, enquanto os tratamentos Semente “A” e Estaca “B” apresentaram formato lanceolado. Essa variação em relação à morfologia dos frutos também foi observada por Dias et al. (2017) em genótipos da cultivar Embrapa 37. Nas demais colheitas (498 e 669 DAP), todos os tratamentos apresentaram cápsulas no formato oval, superior a 70%. Poltronieri et al. (2001) e Franco et al. (2008) descrevem as cápsulas da cultivar Embrapa 37 como sendo do tipo cônica e achatada. Dias (2016) encontrou para os parentais “A” e “B” formato lanceolado e oval, respectivamente. Características morfológicas dos frutos é uma ferramenta útil para determinar a variabilidade genética de cultivares de urucum (NISHA; SIRIL, 2014).

A análise dos dados de variância para os demais tratamentos aos 350 DAP mostrou diferença estatística apenas para a variável teor de bixina. Entre os tratamentos estudados, “Estaca B” apresentou o maior teor de bixina, sendo diferente estatisticamente do tratamento “Semente A” (**Tabela 2**).

Tabela 2. Características de produção, monocásio por planta, cápsulas/monocásio, nº de sementes p/cápsula, massa de 100 grãos, teor de bixina, produtividade de grãos e produtividade de bixina, em função da propagação de genótipos de urucueiros aos 350 DAP. UESB, Vitória da Conquista – BA, 2018

Características	Estaca "A"	Semente "A"	Estaca "B"
Monocásio p/planta	7,60 a	6,27 a	9,16 a
Cápsulas/Monocásio	8,67 a	6,61 a	8,51 a
Nº de Sementes p/Cápsula	34,56 a	40,00 a	36,81 a
Massa de 100 grãos (g)	2,10 a	1,89 a	1,96 a
Teor de Bixina (%)	3,93 ab	3,61 b	4,32 a
Produtividade de grãos ¹ (kg ha ⁻¹)	(4,19) 19,28 a	(3,27) 14,06 a	(4,76) 30,79 a
Produtividade de Bixina (kg ha ⁻¹)	0,78 a	0,50 a	1,30 a

As médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. ¹Para análise, os dados foram transformados em (\sqrt{x}).

Os teores de bixina variaram de 3,61% (Semente "A") a 4,32% (Estaca "B"). As médias dos genótipos propagados por estacas não diferiram significativamente entre si. Dias et al. (2017), trabalhando com a mesma cultivar e na mesma região deste estudo, encontraram teores entre 2,99 e 5,02% de bixina.

As oscilações dos níveis de bixina para a mesma cultivar podem ser atribuídas ao manejo cultural, às condições ambientais, como umidade, luminosidade e temperatura, e, ainda, à variabilidade genética (DIAS et al., 2017), principalmente, em plantios com mudas propagadas por semente.

Os resultados da segunda e terceira colheita (498 e 669 DAP) apresentaram diferença estatística apenas na segunda colheita, para o fator genótipo, observada nas variáveis monocásios por planta e produtividade de grãos.

O genótipo "A" apresentou maior produção de monocásio por planta em relação ao genótipo "B" (**Tabela 3**). Essa é uma característica importante no melhoramento do urucum, visto que o maior número de monocásio influenciará diretamente na maior produção por hectare.

Ainda na segunda colheita a produtividade de grãos do genótipo "A" superou a do genótipo "B" em 90,56 kg ha⁻¹. Entre os níveis do fator propagação, não foi observada diferença estatística, entretanto o tratamento propagado via assexuada apresentou produtividade de grãos superior a 10% em relação ao tratamento via sexuada.

Foi observada redução média de 48,2% na produtividade de grãos por hectare em relação à 2ª colheita, provavelmente, em função de a 3ª colheita ter ocorrido no mês de janeiro e a floração entre os meses de setembro e outubro do ano anterior. O urucueiro floresce praticamente durante todo o ano, sendo que a colheita mais significativa ocorre nos meses de junho/julho e uma segunda colheita, safrinha, entre os meses de novembro/dezembro (FRANCO et al., 2008).

Tabela 3. Características de produção, massa de 100 grãos, monocásio por planta, nº de sementes p/cápsulas, produtividade de grãos, teor de bixina e produtividade de bixina, em função da propagação de genótipos de urucueiros aos 498 e 669 DAP. UESB, Vitória da Conquista – BA, 2018

Colheita	Características	Genótipos		Propagação	
		A	B	Estaca	Semente
2 ^a	Massa de 100 grãos (g)	2,76 a	2,74 a	2,72 a	2,78 a
3 ^a	Massa de 100 grãos (g)	2,47 a	2,43 a	2,47 a	2,43 a
2 ^a	Monocásio p/planta	46,37 a	36,8 b	40,48 a	42,68 a
3 ^a	Monocásio p/planta ¹	(4,66) 24,04 a	(3,82) 16,87 a	(4,75) 25,51 a	(3,74) 15,40 a
2 ^a	Nº de Sementes p/cápsula	40,59 a	37,15 a	40,37 a	37,37 a
3 ^a	Nº de Sementes p/cápsula	46,33 a	45,14 a	44,93 a	46,53 a
2 ^a	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)	240,11 a	149,55 b	204,75 a	184,91 a
3 ^a	Produtividade de grãos ¹ (kg ha ⁻¹)	(9,82) 115,07 a	(8,05) 86,54 a	(10,70) 142,32 a	(7,17) 59,30 a
2 ^a	Teor de Bixina (%)	4,73 a	4,65 a	4,74 a	4,64 a
3 ^a	Teor de Bixina (%)	4,03 a	4,06 a	4,14 a	3,95 a
2 ^a	Produtividade de Bixina (kg ha ⁻¹)	11,29 a	7,02 a	9,74 a	8,56 a
3 ^a	Produtividade de Bixina ¹ (kg ha ⁻¹)	(2,68) 8,71 a	(2,20) 6,53 a	(2,97) 11,05 a	(1,91) 4,19 a

As médias seguidas pela mesma letra para o fator na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. ¹Para análise, os dados foram transformados em (\sqrt{x}).

Plantios comerciais de urucum aumentam o número de plantas em produção a cada ano, assim como a produção por planta (FABRI et al., 2015). O rendimento máximo é obtido entre 4 e 10 anos de idade, ocorre em seguida um declínio gradual no rendimento (MATH et al., 2016). A variação na produção é influenciada pelo espaçamento, condições de cultivo, práticas de manejo e variedade (KALA et al., 2015).

Plantas de urucum produzem entre 300 e 600 kg ha⁻¹ e podem alcançar de 750 a 900 kg ha⁻¹. Uma planta de 3 anos de idade, em média, pode produzir cerca de 0,5 a 1,0 kg de sementes por ano (MATH et al., 2016). Em um plantio de 4 anos de idade da cultivar Embrapa 37, Dias (2016) encontrou plantas com produtividade entre 561,10 e 2.649,40 kg ha⁻¹, com média de 1.173 kg ha⁻¹. No presente trabalho, plantas com 1 ano e 4 meses produziram em média 194,83 kg ha⁻¹. De acordo com Franco et al. (2008) e Poltronieri et al. (2001), plantas da cultivar Embrapa 37 produzem em média 2,5 kg de sementes seca/ano, o equivalente a 2777,5 kg ha⁻¹.

O teor de bixina não apresentou diferença estatística entre os tratamentos para as duas colheitas; foram verificados teores entre 3,95 e 4,74%. Nas três colheitas realizadas e em todos os tratamentos foram encontrados teores de bixina superior à média nacional, que de acordo Fabri e Teramoto (2015) mantêm-se em torno de 3,5%. Resultados próximos foram encontrados por Moreira et al. (2014), trabalhando com a cultivar Embrapa 37 na mesma região do presente estudo; para esses autores, essa cultivar destacou-se em relação aos outros tratamentos, com níveis de bixina mais altos (4,83±0,61%), os quais foram significativamente diferentes de todos os outros tratamentos. Ainda de segundo os autores, essa cultivar é melhorada geneticamente e foi

desenvolvida pela EMBRAPA em 2001 e, atualmente, possui o maior nível de bixina.

Os resultados da análise de variância para da terceira colheita (669 DAP) mostra que houve interação dos fatores das variáveis cápsulas/monocásio, massa de 100 grãos e teor de bixina.

A análise da interação de fatores (**Tabela 4**) mostra que a variável cápsulas/monocásio apresentou melhores resultados para o genótipo “A” quando propagado por estacas e, para o genótipo “B”, quando propagado por sementes. A Massa de 100 grãos apresentou menor resultado para o genótipo “B” quando propagado por semente, não havendo diferença estatística entre os demais, assim como o teor de bixina, que apresentou menor resultado apenas para o genótipo “A” quando propagado por semente. Esses resultados comprovam a variabilidade genética existente na cultura do urucueiro, em especial, nas plantas propagadas por sementes.

Tabela 4. Resultados da comparação de médias para as características de produção, cápsulas/monocásio, massa de 100 grãos e teor de bixina, provenientes da interação entre genótipos e formas de propagação de urucueiros aos 669 DAP. UESB, Vitória da Conquista – BA, 2019

Variáveis	Genótipos	Propagação	
		Estaca	Semente
Cápsulas /monocásio	A	9,36 aA	5,37 bB
	B	6,62 bA	8,66 aA
Massa de 100 grãos (g)	A	2,39 aA	2,54 aA
	B	2,55 aA	2,32 bB
Teor de Bixina (%)	A	4,27 aA	3,79 aB
	B	4,02 aA	4,11 aA

Valores seguidos da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na mesma linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados das três colheitas mostraram que as diferenças existentes nos genótipos estudados e nas formas de propagação ocorrem principalmente no início do desenvolvimento das plantas, não sendo significativo com a maturidade fisiológica. Diferenças observadas, para uma mesma característica, entre colheitas podem ser atribuídas às condições climáticas durante o período do estudo.

O teor de bixina, nas plantas propagadas por estacas, apresentaram-se superior ao exigido pelo mercado consumidor (4,0%) e próximo aos encontrados nos parentais, o que mostra que a multiplicação vegetativa é uma alternativa para contornar a variabilidade genética dessa cultura. Assim, possibilita-se a formação de plantios clonais com alta produtividade de grão e pigmento, a partir da seleção de parentais com alta produtividade. A propagação vegetativa por estacas permite a seleção de cultivares de alto rendimento e rápido crescimento, que florescem precocemente e de maneira abundante e produzem frutos em 2 anos (KALA et al., 2015).

CONCLUSÕES

A forma de propagação das mudas não interfere no teor de bixina das sementes. Com a maturidade fisiológica das plantas as características de produção não apresentam diferenças entre genótipos. Todos os genótipos, independente da forma de propagação,

apresentaram teor de bixina superior à média nacional.

REFERÊNCIAS

- ANSELMO, G. C. dos S.; CAVALCANTI-MATA, M. E. R. M.; RODRIGUES, E. Comportamento higroscópico do extrato seco de urucum (*Bixa orellana* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 6, p. 1888-1892, 2008. ISSN 1981-1829. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542008000600030>.
- BARBOSA, J. C.; MALDONADO JR, W. **Agrostat – Sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos. Versão 1.0**. Jaboticabal: Departamento de Ciências Exatas, 2010.
- CARVALHO, J. F. R. P.; CARVALHO, C. R.; OTONI, W. C. Regeneração *in vitro* de urucum (*Bixa orellana* L.) a partir de diferentes tipos de explantes. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 887-895, 2005. ISSN 1806-9088. DOI: [10.1590/s0100-67622005000600007](https://doi.org/10.1590/s0100-67622005000600007).
- CORLETT, F. M. F.; BARROS, A. C. S. A.; VILLELA, F. A. Qualidade fisiológica de sementes de urucum armazenadas em diferentes ambientes e embalagens. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 2, p. 148-158, 2007. ISSN 0101-3122. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222007000200021>.
- DIAS, N. O. **Seleção de genótipos da cultivar Embrapa 37 para produtividade e qualidade de urucueiros**. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, BA, 2016. 90 p.
- DIAS, N. O. REBOUÇAS, T. N. H.; SÃO JOSÉ, A. R.; AMARAL, C. L. F. Morpho-agronomic characterization and estimates of genetic parameters in annatto plant. **Horticultura Brasileira**, v. 35, n. 2, 2017. ISSN 0102-0536. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-053620170214>.
- FABRI, E. G.; ABDO, M. T. V. N.; SALAZAR, F. F.; CORDEIRO JÚNIOR, P. S.; CHAVES, T. H. D.; MARTINS, A. L. M. *et al.* Production and carbon stock of annatto tree in agroforestry system, Pindorama, SP, Brazil. In: **XIV World Forestry Congress**, Durban, South Africa, v. 1, 2015. DOI: [10.13140/RG.2.1.3707.3124](https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3707.3124).
- FABRI, E. G.; TERAMOTO, J. R. S. Urucum: fonte de corantes naturais, **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 1, 2015. ISSN 1806-9991. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-053620150000100023>.
- FALESI, I. C. **Urucuzeiro: recomendações básicas para seu cultivo**. Belém. EMBRAPA- UEPAE de Belém; Belém, PA: 1987. 27 p. (Documentos, 3).
- FRANCO, C. F. O.; FABRI, E. G.; BARREIRO NETO, M.; MANFIOLLI, M. H.; HARDER, M. N. C.; RUCKER, N. C. de A. **Urucum Sistemas de Produção para o Brasil**. João Pessoa: Emepa, Apta, 2008. 112p.
- KALA, S.; KUMARAN, K.; MEENA, H. R.; SINGH, K. Edible Dye for the Future: Annatto (*Bixa orellana* L.). **Popular Kheti**, v. 3, n. 3, p. 214-218, 2015. ISSN 2321-0001. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/303735928_Edible_Dye_for_the_Future_Bixa_orellana_L. Acesso em: 25 set. 2021.
- MANTOVANI, N. C. GRANDO, M. F.; XAVIER, A.; OTONI, W. C. Avaliação de genótipos de urucum (*Bixa Orellana* L.) por meio da caracterização morfológica de frutos, produtividade de sementes e teor de bixina. **Ciência Florestal**, v. 23, p. 355-362, 2013. ISSN 0103-9954. DOI: <https://doi.org/10.5902/198050989281>.

- MATH, R. G.; RAMESH, G.; NAGENDER, A.; SATYANARAYANA, A. Design and development of annatto (*Bixa orellana*, L.) seed separator machine. **Journal of Food Science and Technology**, v. 53, n. 1, p. 703-711, 2016. ISSN 0975-8402. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-015-2019-5>.
- MOREIRA, V. S.; REBOUÇAS, T. N. H.; MORAES, M. O. B. de.; SÃO JOSÉ, A. R.; SILVA, M. V. da. Atividade antioxidante de urucum (*Bixa orellana* L.) in natura e encapsulado. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 15, p. 201-209, 2014. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81333269011>. Acesso em: 25 set. 2021.
- NISHA, J.; SIRIL, E. A. Evaluation and selection of elite annatto (*Bixa orellana* L.) and identification of RAPD markers associated with yield traits. **Brazilian Journal of Botany**. v. 37, n. 1, p. 1-8, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40415-013-0039-9>.
- POLTRONIERI, M. C.; MARTINS, C. da S.; RODRIGUES, J. E.; COSTA, M. R.; NAZARÉ, R. F. R. de. **Novas cultivares de urucum**: Embrapa 36 e Embrapa 37. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. 21p. (Circular Técnica 22).
- REBOUÇAS, T. N. H.; SÃO JOSÉ, A. R. **A cultura do urucum**: práticas de cultivo e comercialização. Vitória da Conquista, BA: DFZ/UESB/SBCN, 1996. 42p.
- SANTANA, K. C. da. **Seleção de Genótipos de urucueiros (Bixa orellana L.) da Variedade Bico de Pato no Estado da Bahia**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, BA, 2006. 63 p.
- SÃO JOSÉ, A. R.; ALMEIDA, E. C. de. PINHEIRO, A. L.; KATO, O. R.; OLIVEIRA, V. P. de. Características botânicas e de produção a serem avaliadas na pesquisa científica com urucum (*Bixa orellana* L.). **Revista Brasileira de Corantes Naturais**, v. 1, n. 1, p. 7-10, 1992. ISSN 0104-0723.
- SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A. V. de. Principal components analysis in the *software* Assistat-Statistical Attendance. In: World Congress on Computers in Agriculture, 7, 2009, Reno. **Anais ... American Society of Agricultural and Biological Engineers**, 2009. 1CD-ROM.
- YABIKU, H. Y.; TAKAHASHI, M. Y. Avaliação dos métodos analíticos para determinação da bixina em grãos de urucum e suas correlações. In: Seminário de Corantes Naturais para Alimentos, 2, Simpósio Internacional De Urucum, 1991. **Anais...** Campinas: ITAL, 1991. p. 275-279.

Recebido em: 27/09/2021

Aprovado em: 17/05/2022